

ANALISA INTENSITAS HUJAN DI SUNGAI SUNTER JAKARTA UTARA

Niki Gustav Schulz^{1*}, Mitsaq Addina Nisa^{2*}

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945

Jl. Sunter Permai Raya No. 1, Jakarta Utara, DKI Jakarta

*Email: niki.schulz99@gmail.com

Abstrak

Besarnya intensitas curah hujan di suatu daerah sangat penting untuk diketahui, dikaji, dibahas dan dipelajari dalam ilmu teknik sipil. Analisis intensitas hujan di suatu DAS dapat dihitung dengan beberapa metode, untuk data hujan harian intensitasnya dapat dihitung dengan menggunakan metode Mononobe. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung intensitas curah hujan di Sungai Sunter dengan menggunakan metode Mononobe. Data hujan pada penelitian ini menggunakan data hujan harian dari stasiun hujan Tj. Priok Jakarta Utara. Perhitungan data dalam penelitian ini dilakukan dengan bantuan program Microsoft Excel. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode Mononobe mampu menghitung besaran intensitas hujan di Sungai Sunter hanya berdasarkan data curah hujan harian.

Kata kunci: Intensitas Hujan, Sungai Sunter, Metode Mononobe

Abstract

The amount of rainfall intensity in an area is very important to be known, studied, discussed and studied in civil engineering. Analysis of rainfall intensity in a watershed can be calculated by several methods, for daily rainfall data the intensity can be calculated using the Mononobe method. This study aims to calculate the intensity of rainfall in the Sunter River using the Mononobe method. Rain data in this study uses daily rain data from the Tj. North Jakarta Priok. The calculation of the data in this study was carried out with the help of Microsoft Excel program. The results of this study indicate that the Mononobe method is able to calculate the amount of rain intensity in the Sunter River based only on daily rainfall data.

Keywords: Rainfall Intensity, Sunter River, Mononobe Methode

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kondisi hujan di suatu daerah adalah salah satu kajian yang sangat penting untuk dipelajari dan diteliti dalam ilmu keteknikan. Dalam bidang teknik sipil, para ahli keairan, mempertimbangkan peristiwa-peristiwa klimatis ekstrim, seperti hujan besar maupun banjir besar, dalam desain struktur yang direncanakan. Oleh karena itu, analisis frekuensi klimatis, seperti analisa intensitas hujan sangat diperlukan.

Pada perencanaan bangunan air memerlukan data hujan sebagai salah satu data sekunder. Kemudian dari data curah hujan tersebut diolah sehingga menjadi debit banjir. Untuk menentukan besarnya debit banjir rencana salah satu parameternya adalah ditentukan oleh intensitas hujan.

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Intensitas hujan tergantung dari lama dan besarnya hujan. Semakin lama hujan berlangsung maka intensitasnya akan cenderung makin tinggi, begitu juga sebaliknya semakin pendek lamanya hujan maka semakin kecil juga intensitasnya. Intensitas ditinjau berdasarkan kala ulang juga akan berbanding lurus, semakin lama waktu kala ulangnya maka akan semakin tinggi pula intensitasnya. Suatu intensitas hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak sangat luas. Untuk mengolah data curah hujan menjadi intensitas hujan digunakan cara statistik dari data pengamatan durasi hujan yang terjadi. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau (Hendry, 2015).

1.2 Rumusan Masalah

Untuk memberikan hasil penelitian yang optimal dan kemudahan dalam penelitian ini, maka diambil batasan-batasan sebagai berikut :

- a. Sungai yang ditinjau dalam jurnal ini adalah Sungai Sunter mulai dari cabang pisah antara Kali Sunter dengan Kali Cipinang sampai dengan pertemuan KBT (Kanal Banjir Timur), panjang sungai yaitu 2,4 km.
- b. Jurnal ini hanya mencari intensitas hujan di sungai sunter dengan data curah hujan stasiun Tanjung Priok, Jakarta Utara dalam rentang tahun 2010 - 2019.

1.3 Manfaat Penelitian

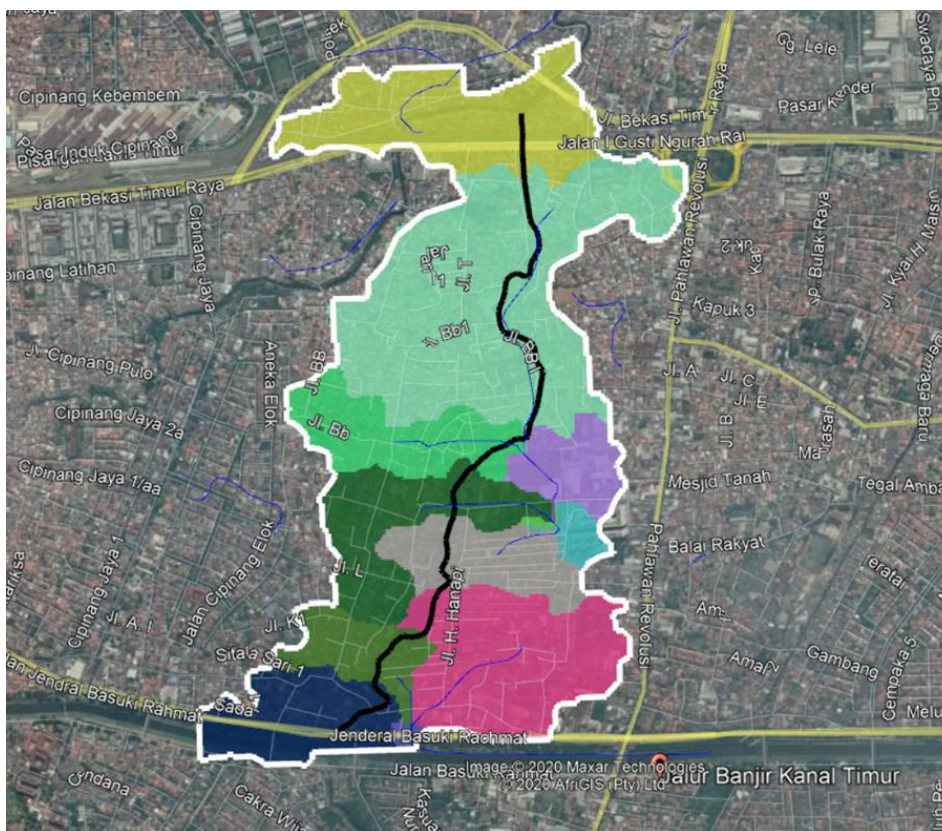
Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menambah pengetahuan dalam topik yang diteliti baik secara teoritis maupun aplikatif bagi penulis.
2. Sebagai referensi bagi mahasiswa lain yang mempelajari topik serupa.

1.4 Lokasi Penelitian

Lokasi analisa intensitas hujan yang dikaji pada jurnal ini berada di Sungai Sunter mulai dari cabang pisah antara kali Sunter dengan kali Cipinang sampai dengan pertemuan KBT (Kanal Banjir Timur), panjang sungai yaitu 2,4 km. Dengan luas DAS 1,73 km². Data pendukung yang digunakan adalah data curah hujan harian dari stasiun hujan Tj. Priok Jakarta Utara.

Sungai Sunter merupakan salah satu dari 13 sungai di DKI Jakarta yang mengalir melewati Kota Jakarta Timur dengan hulu sungai yang terletak di Kecamatan Cimanggis, Depok, memiliki luas DAS \pm 73,1 km² dan panjang alur sungai utama \pm 32,80 km, dengan kemiringan sungai 25-35% yang merupakan alur alam mempunyai daerah tangkapan (catchment area) yang cukup luas, dengan kondisi alur yang berkelok-kelok.



Gambar 1. Area kajian Sungai Sunter

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini dipaparkan teori dari berbagai sumber yang bertujuan untuk memperkuat pembahasan maupun sebagai dasar pertimbangan dalam menggunakan rumus tertentu untuk mencari intensitas hujan di Sungai Sunter.

2.1 Analisis Statistik Terhadap Data Curah Hujan

Besarnya intensitas curah hujan di suatu daerah sangat penting untuk diketahui, dikaji, dibahas dan dipelajari dalam ilmu teknik sipil. Analisis intensitas hujan di suatu DAS dapat dihitung dengan beberapa metode, untuk curah hujan jam-jaman di suatu DAS dapat dihitung dengan metode Talbot, Sherman dan Ishiguro, sedangkan untuk data hujan harian intensitasnya dapat dihitung dengan menggunakan metode Metode Van Breen, Metode Bell-Tanimoto, Metode Hasper der Weduwen untuk dan metode Mononobe.

2.1.1 Deviasi Standar

Standar deviasi untuk sejumlah sampel data dihitung dengan rumus seperti berikut (Soewarno, 1995):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (1)$$

Keterangan:

S = deviasi standar

X_i = nilai variat

\bar{X} = nilai rata-rata

n = jumlah data

2.1.2 Kemencengan

Kemencengan merupakan nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu distribusi data. Biasanya kemencengan dinyatakan dengan besaran koefisien kemencengan. Berdasarkan hasil perhitungan kemencengan, bentuk kurva frekuensi dari suatu distribusi data dapat diketahui (Soewarno, 1995). Selanjutnya, koefisien kemencengan dapat dijadikan salah satu parameter dalam memilih jenis distribusi peluang. Adapun kemencengan untuk sejumlah data sampel dihitung menggunakan rumus berikut:

$$CS = \frac{a}{S^3} \quad (2)$$

Keterangan:

CS = koefisien kemencengan

a = parameter kemencengan

$$= \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3$$

S = deviasi standar dari sampel

2.1.3 Pengukuran Kurtosis

Pengukuran kurtosis dilakukan untuk mengukur keruncingan bentuk dari suatu kurva distribusi. (Soewarno, 1995).

Adapun kurtosis untuk data yang belum dikelompokkan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$CK = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4} \quad (3)$$

Keterangan:

CK = koefisien kurtosis

X_i = nilai variat

\bar{X} = nilai rata-rata

S = standar deviasi

f_i = frekuensi variat ke- i

2.1.4 Koefisien Variasi

Koefisien variasi merupakan nilai perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rata-rata suatu distribusi. Semakin besar nilai koefisien variasi berarti distribusi data kurang merata, demikian juga sebaliknya. (Soewarno, 1995).

Dalam satuan persen, koefisien variasi dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$CV = \frac{100S}{\bar{X}} \quad (4)$$

Keterangan:

CV = koefisien variasi

S = standar deviasi

\bar{X} = nilai rata-rata distribusi

2.1.5 Distribusi Log Pearson Tipe III

Jenis distribusi ini banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (seperti banjir) dan minimum (seperti debit minimum) dengan nilai ekstrem. Distribusi Log Pearson Tipe III merupakan transformasi dari distribusi Pearson Tipe III dengan menggantikan nilai variatnya menjadi nilai logaritmik. (Soewarno, 1995)

Persamaan fungsi kerapatan peluang distribusinya adalah seperti berikut:

$$P(x) = \frac{1}{a\Gamma b} \left[\frac{x-c}{a} \right]^{b-1} \cdot e^{-\left[\frac{x-c}{a} \right]} \quad (5)$$

Keterangan:

P(X) = peluang dari variat X

X = nilai variat X

a,b,c = parameter

e = 2,71828

Γ = fungsi gamma

Selanjutnya, nilai logaritmik X dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Y = \bar{Y} + k.S \quad (6)$$

Keterangan:

Y = Nilai logaritmik dari X

\bar{Y} = Nilai rata-rata Y

S = Deviasi standar Y

k = Karakteristik distribusi Log Pearson tipe III yang dapat dilihat pada tabel Nilai k untuk Distribusi Log Pearson Tipe III :

Tabel 1. Nilai k untuk Distribusi Log Pearson Tipe III :

Koef. G	Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (<i>periode ulang</i>)							
	1, 0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,922	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-3,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-3,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-3,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

(Suripin, 2004)

2.1.6 Uji Kecocokan Distribusi

Uji kecocokan distribusi diperlukan untuk memastikan kecocokan distribusi frekuensi sampel data telah mewakili distribusi statistik sampel data terhadap fungsi distribusi peluang. Pengujian kecocokan distribusi yang digunakan adalah:

a. Uji Chi Kuadrat

Hasil uji chi kuadrat menentukan seberapa mewakili persamaan distribusi peluang yang dipilih terhadap distribusi sampel data yang dianalisis. (Suripin, 2004)

Parameter χ^2 yang digunakan dalam uji chi kuadrat dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\chi_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (7)$$

Keterangan:

χ_h^2 = parameter chi-kuadrat terhitung

G = jumlah sub-kelompok

O_i = jumlah nilai pengamatan sub kelompok ke- i

E_i = jumlah nilai teoritis sub kelompok ke- i

Langkah-langkah uji kuadrat adalah seperti berikut:

1. Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya)
2. Kelompokkan data menjadi sub-grup, tiap-tiap sub grup minimal 4 data pengamatan
3. Jumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap sub grup
4. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i
5. Tiap-tiap sub grup hitung nilai : $(O_i - E_i)^2$ dan $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
6. Jumlah seluruh G sub grup nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai chi-kuadrat hitung
7. Tentukan derajat kebebasan dk = G – R – 1 (nilai R = 2, untuk distribusi normal dan binomial, dan nilai R = 1, untuk Distribusi Poisson).

8. Selain dari hasil perhitungan yang dibandingkan dengan angka galat maksimum (α), kecocokan distribusi yang digunakan juga bisa dilihat dari nilai tabel derajat kepercayaan. Nilai derajat kepercayaan dapat dilihat pada tabel Nilai Derajat Kepercayaan :

Tabel 2. Nilai Derajat Kepercayaan :

dk	α					
	0.005	0.01	0.025	0.05	0.1	0.25
1	7.879	6.635	5.024	3.841	2.706	9.000
2	10.597	9.21	7.378	5.991	4.605	2.773
3	12.838	11.345	9.348	7.815	6.251	4.108
4	14.86	13.277	11.143	9.488	7.779	5.385
5	16.75	15.086	12.833	11.07	9.236	6.626
6	18.548	16.812	14.449	12.592	10.645	7.841
7	20.278	18.475	16.013	14.067	12.017	9.037
8	21.955	20.09	17.535	15.507	13.362	10.219
9	23.589	21.666	19.023	16.919	14.684	11.389
10	25.188	23.209	20.483	18.307	15.987	12.549
11	26.757	24.725	21.92	19.675	17.275	13.701
12	28.300	26.217	23.337	21.026	18.549	14.845
13	29.819	27.688	24.736	22.362	19.812	15.984
14	31.319	29.141	26.119	23.685	21.064	17.117
15	32.801	30.578	27.488	24.996	22.307	18.245
16	34.267	32.000	28.845	26.296	23.542	19.369
17	35.718	33.409	30.191	27.587	24.769	20.489
18	37.156	34.805	31.526	28.869	25.989	21.605
19	38.582	36.191	32.852	30.144	27.204	22.718
20	39.997	37.566	34.17	31.41	28.412	23.828

(Suripin, 2004)

Hasil dari uji chi kuadrat dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

1. Apabila nilai χ^2 hasil hitungan $<$ nilai χ^2 dari tabel derajat kepercayaan, berarti distribusi sesuai dan persamaan distribusi yang diuji dapat diterima.
2. Apabila nilai χ^2 hasil hitungan $>$ nilai χ^2 dari tabel derajat kepercayaan peluang maka distribusi tidak dapat diterima.
3. Apabila nilai χ^2 mendekati nol maka diperlukan tambahan data untuk memastikan hasil interpretasinya.

Berdasarkan data pada Tabel Nilai Derajat Kepercayaan, nilai peluang yang akan digunakan untuk memperoleh garis distribusi peluang dapat diketahui.

b. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov - Kolmogorov disebut juga uji kecocokan non parametrik karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. (Suripin, 2004)

Prosedur pengujian kecocokan distribusi menggunakan uji Smirnov-kolmogorov adalah seperti berikut:

1. Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya dan tentukan besar peluang dari tiap data tersebut.
2. Tentukan nilai tiap peluang teoritis dari data.
3. Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesar antara peluang pengamatan dan peluang teoritis (D).
4. Berdasarkan tabel nilai kritis, tentukan nilai D_0 dari tabel Nilai Kritis D_0 untuk Uji Smirnov-Kolmogorov.

Tabel 3. Nilai Kritis Do untuk Uji Smirnov-Kolmogorov.

N	Derajat Kepercayaan (α)			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N > 50	1,07	1,22	1,36	1,63

(Suripin, 2004)

Jika $D < D_o$ maka distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima. Namun, apabila $D > D_o$ maka distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.

2.1.7 Analisis Curah Hujan Rencana

a. Periode ulang

Periode ulang adalah interval waktu dari suatu variabel hidrologi untuk dapat disamai atau terlampaui. Dalam tugas ini penentuan periode ulang dilakukan berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan. Dalam peraturan tersebut dipaparkan penentuan periode ulang suatu daerah berdasarkan luas daerah pengaliran dan populasinya. Penentuan periode ulang tersebut dapat dilihat pada tabel Periode Ulang berdasarkan Tipologi Kota :

Tabel 4. Periode Ulang berdasarkan Tipologi Kota :

Tipologi Kota	Populasi	Daerah Tangkapan Air (Ha)			
	ribu jiwa	<10	10 – 100	101 – 500	>500
Kota Metropolitan	>1.000	2Tahun	2-5Tahun	5-10Tahun	10-25Tahun
Kota Besar	500 -1.000	2Tahun	2-5Tahun	2-5Tahun	5-20Tahun
Kota Sedang	100-500	2Tahun	2-5Tahun	2-5Tahun	5-10Tahun
Kota Kecil	20-100	2Tahun	2Tahun	2Tahun	2-5Tahun

(Sumber: PerMen PU No. 12/PRT/M/2014)

b. Intensitas hujan

Curah hujan rencana tiap jam bisa dihitung dengan rumus Mononobe. Rumus Mononobe merupakan solusi menghitung intensitas hujan jika hanya tersedia data curah hujan harian. (Suripin, 2004)

Rumus Mononobe adalah seperti berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (8)$$

Keterangan:

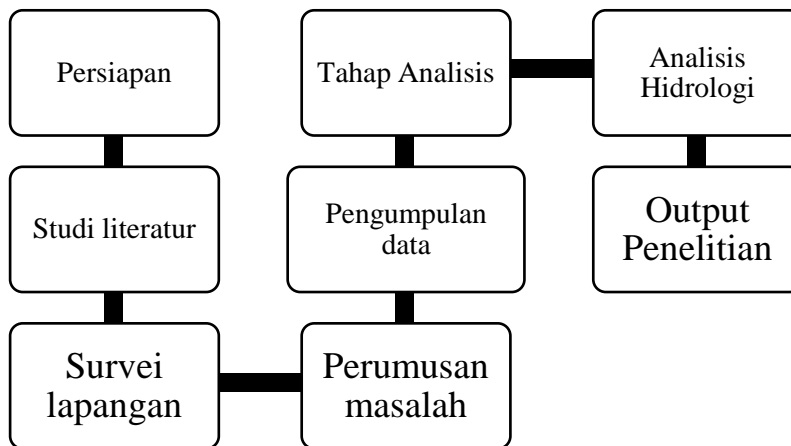
I = Intensitas hujan rerata dalam T jam (mm/jam),

R₂₄ = Curah hujan maksimum dalam satu hari atau 24 jam (mm)

t = Durasi hujan (jam)

3. METODE PENELITIAN

Dalam penulisan jurnal ini, dibutuhkan suatu metodologi yang terdiri dari tahap persiapan penyusunan hingga selesai. Dengan demikian, maka penyusunan jurnal ini bisa selesai tepat waktu dan sesuai dengan tujuan awal penyusunannya. Adapun tahap penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2. Tahapan Penelitian

3.1 Tahap Persiapan

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan selama penyusunan tugas. Data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan data sekunder yang didapat dari berbagai pihak. Data primer didapatkan dari hasil observasi langsung, sedangkan data sekunder didapat lewat bantuan pihak lain selaku penyedia data yang akan diolah dengan adanya tugas ini. Secara rinci tahap persiapan dijelaskan seperti berikut:

3.2 Studi Literatur

Pada tahap ini, materi yang berkaitan dengan data hujan terutama di Sungai Sunter akan dipelajari. Hasil yang didapat dari tahap ini adalah pengetahuan tentang metode perhitungan Intensitas Hujan. Dengan dilakukannya studi literatur ini diharapkan penyusunan tugas tentang mencari Intensitas Hujan Sungai Sunter ini bisa dilakukan secara objektif.

3.3 Survei Lapangan

Survei lapangan dibutuhkan agar penyusunan tugas bisa berjalan sesuai dengan kondisi eksisting Sungai Sunter. Tahap ini diperlukan karena tak jarang ditemukan hal-hal non teknis yang berpengaruh pada desain yang tak bisa dianalisis lewat data yang didapat. Adapun dari tahap ini diharapkan memiliki hasil berupa pengamatan dan wawancara kepada pihak terkait.

3.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan hasil studi literatur dan survei lapangan, maka dapat dirumuskan beberapa masalah yang perlu dibahas dalam tugas ini sebagaimana dipaparkan pada pendahuluan. Selanjutnya rumusan masalah akan dijadikan acuan untuk mencari tahu kebutuhan data yang diperlukan.

3.5 Pengumpulan Data

Dalam prosesnya, pengumpulan data dilakukan dengan mengajukan atau mengunduh data kepada sejumlah instansi pemilik data. Adapun instansi atau sumber data yang dituju adalah sumber yang memiliki wewenang terhadap pencatatan data hujan khususnya terkait Sungai Sunter. Dalam proses

pemenuhan data, analisis intensitas hujan dalam penelitian ini menggunakan data curah hujan tahun 2010 – 2019 untuk stasiun pencatat Tanjung Priok.

3.6 Tahap Analisis

3.6.1 Analisis Hidrologi

Pada tahap ini, data curah hujan disortir dengan memilih curah hujan maksimum yang terjadi tiap tahun. Selanjutnya data tersebut diplotkan terhadap lokasi stasiun hujannya. Kemudian curah hujan wilayah dapat dihitung dengan metode poligon thiessen. Selanjutnya, data curah hujan yang telah diolah akan dianalisis menggunakan beberapa parameter statistik. Adapun proses analisis tersebut dilakukan berdasarkan pemaparan teori pada tinjauan pustaka, dengan langkah-langkah seperti berikut:

- Perhitungan Deviasi Standar
- Perhitungan Kemencengan
- Perhitungan Kurtosis
- Perhitungan Koefisien Variasi
- Perhitungan Distribusi Log Pearson Tipe III
- Uji Kecocokan Distribusi

Curah hujan rencana ditentukan berdasarkan hasil analisa statistik terhadap data hujan yang dimiliki. Pada analisis curah hujan rencana, dilakukan sejumlah tahapan mulai dari penentuan periode ulang, hingga perhitungan intensitas curah hujan dengan rumus Mononobe.

3.7 Output Penelitian

Hasil yang diharapkan dari tugas ini adalah mendapatkan Intensitas Hujan Sungai Sunter. Adapun kesimpulan dapat disusun setelah tugas ini mencapai hasil yang dituju. Selain itu, hasil dari tugas ini dapat dijadikan bahan bagi mahasiswa lain yang ingin mempelajari langkah-langkah mencari Intensitas Hujan.

4. HASIL & PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Dalam penyusunan tugas ini, didapatkan data-data sekunder berupa data curah hujan tahun 2010 – 2019 untuk stasiun pencatat Tanjung Priok yang diperoleh dari situs meteomanz.com. Dan data DAS Sungai Sunter yang diperoleh dari google earth dengan bantuan program global mapper.

4.2 Analisis Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan berasal dari stasiun hujan Tanjung Priuk Jakarta Utara. Seluruh data curah hujan tersebut merupakan hasil pemantauan curah hujan pada tahun 2010 – 2019. Hal pertama yang dilakukan adalah menentukan lokasi stasiun hujan dan mencari pengaruhnya terhadap Sungai Sunter. Setelah mendapatkan data stasiun hujan, maka dapat diketahui jika curah hujan Sungai Sunter dipengaruhi oleh curah hujan yang dicatat oleh stasiun hujan tersebut.

4.3 Analisis Statistik terhadap Data Curah Hujan

Hasil perhitungan curah hujan wilayah yang didapat selanjutnya dianalisis dengan statistik. Adapun analisis statistik didasari dengan sejumlah perhitungan parameter. Untuk itu, data curah hujan wilayah terlebih dahulu diolah dengan mengurutkan nilai curah hujan wilayah terkecil sampai terbesar, menghitung rata-ratanya dan mengalikannya seperti pada tabel Data Curah Hujan Wilayah untuk Analisis Statistik :

Tabel 5. Data Curah Hujan Wilayah untuk Analisis Statistik :

No	Tahun	p (mm)	$(X-\bar{X})$	$(X-\bar{X})^2$	$(X-\bar{X})^3$	$(X-\bar{X})^4$
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
1	2011	31,6	-22	479	-10493	229718
2	2012	39,5	-14	196	-2737	38294
3	2019	45,9	-8	59	-451	3454
4	2018	46,3	-7	52	-378	2737
5	2017	54,6	1	1	1	1
6	2016	58,6	5	26	131	668
7	2015	58,8	5	27	143	750
8	2010	63,4	10	98	975	9663
9	2013	64,0	10	109	1145	11978
10	2014	72,6	19	362	6893	131194
	Jumlah	535,3	0	1410	-4770	428458

$$\text{Rata-rata } (\bar{X}) = \frac{\sum p}{n} = \frac{535,5}{10} = 53,5$$

4.4 Deviasi Standar

Dengan sampel data menggunakan curah hujan wilayah yang telah diolah seperti pada tabel diatas, maka deviasi standar dapat dihitung seperti berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1410}{10-1}} = 12,5$$

4.5 Kemencengan

Selanjutnya, koefisien kemencengan untuk sejumlah data curah hujan wilayah dihitung seperti berikut:

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 = \frac{10}{(10-1)(10-2)} \times (-4770) = -662,57$$

maka,

$$CS = \frac{a}{S^3} = \frac{-662,57}{12,5^3} = -0,34$$

4.6 Pengukuran Kurtosis

Dengan data curah hujan wilayah yang belum dikelompokkan, maka kurtosis dapat dihitung seperti berikut:

$$CK = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{10} \times 428458}{12,5^4} = 1,76$$

4.7 Koefisien Variasi

Koefisien variasi dihitung dengan perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rata-rata suatu distribusi. Koefisien variasi dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$CV = \frac{100S}{\bar{X}} = \frac{100 \times 12,5}{53,5} = 23,36 \% = 0,23$$

4.8 Distribusi Log Pearson Tipe III

Nilai curah hujan wilayah kemudian dihitung distribusinya menggunakan Log Pearson Tipe III. Pada awal perhitungan, data curah hujan perlu diubah menjadi data logaritmik. Hasil perhitungan awal distribusi tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6. Perhitungan Log Pearson Tipe III

No	Tahun	X (p)	X %	log X	log X ³	(log X - log \bar{X})	(log X - log \bar{X}) ²	(log X - log \bar{X}) ³
1	2011	31,6	6	1,50	3,38	-0,23	0,05	-0,01192
2	2012	39,5	7	1,60	4,07	-0,13	0,02	-0,00228
3	2019	45,9	9	1,66	4,59	-0,07	0,00	-0,00030
4	2018	46,3	9	1,67	4,62	-0,06	0,00	-0,00025
5	2017	54,6	10	1,74	5,24	0,01	0,00	0,00000
6	2016	58,6	11	1,77	5,53	0,04	0,00	0,00006
7	2015	58,8	11	1,77	5,54	0,04	0,00	0,00007
8	2010	63,4	12	1,80	5,86	0,07	0,01	0,00040
9	2013	64,0	12	1,81	5,89	0,08	0,01	0,00047
10	2014	72,6	14	1,86	6,44	0,13	0,02	0,00231
	Jumlah	535,3	100	17,17	51,15	-0,12	0,11	-0,01145

Setelah data curah hujan diubah menjadi logaritmik, maka curah hujan rencana berdasarkan sejumlah periode ulang dapat dihitung. Dalam perhitungan ini periode ulang yang dipakai merupakan periode ulang yang umumnya digunakan dalam perencanaan suatu bangunan air yaitu 1; 2; 5; 10; 25; 50; dan 100 tahun. Perhitungan curah hujan rencana berdasarkan hasil perhitungan awal adalah sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata (} \log \bar{X} \text{)} = \frac{\sum \log X}{n} = \frac{17,17}{10} = 1,72$$

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,11}{10-1}} = 0,11$$

$$CS_{\log X} = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) S^3} = \frac{10 \times (-0,01145)}{(10-1) \times (10-2) \times (0,11)^3} = -1,2$$

Dengan tahun rencana, nilai rata-rata, standar deviasi dan nilai kemencengan yang telah diketahui, maka nilai karakteristik distribusi Log Pearson (K) dapat dicari dari tabel Nilai Karakteristik Distribusi Log Pearson Tipe III. Perlu diperhatikan bahwa nilai koefisien G pada tabel adalah nilai koefisien dari data logaritmik dalam metode Log Pearson Tipe III.

Koef. G	Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (<i>periode ulang</i>)							
	1, 0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-3,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-3,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-3,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

Gambar 3. Nilai Karakteristik Distribusi Log Pearson Tipe III (Suripin, 2004)

Karena nilai $G = -1.2$, Maka hasil dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 7. Periode Ulang Perkiraan Curah Hujan di Sungai Sunter

	Periode Ulang (Tahun)						
	1,0101	2	5	10	25	50	100
Koef. G	-2,149	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449

Setelah nilai G diketahui, maka curah hujan rencana dapat dihitung menggunakan metode Log Pearson Tipe III. Curah hujan rencana hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel Hasil Hitungan Curah Hujan Rencana :

Tabel 8. Hasil Hitungan Curah Hujan Rencana :

No	Tahun Rencana	R rata-rata	Std. Deviasi	Kemencengan	Peluang	K	CH Rencana	
	(tahun)	(log)	(log)	G	(%)		Log	mm
1	1,01	1,72	0,11	-1,2	99	-2,149	1,484	30,45
2	2	1,72	0,11	-1,2	50	0,195	1,741	55,14
3	5	1,72	0,11	-1,2	20	0,844	1,813	64,99
4	10	1,72	0,11	-1,2	10	1,086	1,839	69,10
5	25	1,72	0,11	-1,2	4	1,282	1,861	72,61
6	50	1,72	0,11	-1,2	2	1,379	1,872	74,42
7	100	1,72	0,11	-1,2	1	1,449	1,879	75,75

4.9 Uji Kecocokan Distribusi

Pada tahap ini data curah hujan wilayah dalam distribusi Log Pearson Tipe III diuji. Pengujian tersebut dilakukan untuk memastikan kecocokan distribusi Log Pearson telah mewakili distribusi statistik.

a. Uji Chi Kuadrat

Dengan nilai parameter statistik yang telah dihitung sebelumnya, selanjutnya seluruh data curah hujan dapat dibagi menjadi beberapa sub-grup. Sub-grup tersebut dihitung seperti berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Banyaknya kelas (G)} &= 1 + (3,322(\log(n))) \\
 &= 1 + (3,322(\log(11))) \\
 &= 4,322 \approx 5 \text{ (kelas)}
 \end{aligned}$$

Kemudian dengan 10 data yang akan dibagi menjadi 5 sub-grup, maka jumlah nilai teoritis tiap sub-grup (E_i) dapat dihitung seperti berikut:

$$E_i = \frac{n}{G} = \frac{10}{5} = 2$$

Dengan menggunakan 5 sub-grup maka interval antar sub-grup dapat dihitung seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Selisih interval } (\Delta X) &= \frac{X_{\max} - X_{\min}}{G - 1} \\ &= \frac{1,86 - 1,50}{5 - 1} \\ &= 0,09 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta X_{\text{awal}} &= X_{\min} - \frac{1}{2} \Delta X \\ &= 1,50 - \frac{1}{2} \times 0,09 \\ &= 1,46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta X_{\text{akhir}} &= X_{\max} + \frac{1}{2} \Delta X \\ &= 1,86 + \frac{1}{2} \times 0,09 \\ &= 1,91 \end{aligned}$$

Selanjutnya, nilai derajat kebebasan distribusi dapat dihitung dengan nilai $R = 2$. Perhitungan nilai derajat kebebasan adalah seperti berikut:

$$\begin{aligned} dk &= G - R - 1 \\ &= 5 - 2 - 1 \\ &= 2 \end{aligned}$$

Adapun hasil perhitungan uji chi kuadrat ditunjukkan dalam tabel berikut :

Tabel 9. Perhitungan Uji Chi Kuadrat :

Batas Kelas	O _i	E _i	(O _i - E _i) ² /E _i
1,46 ≤ x ≤ 1,66	2	2	0
1,66 ≤ x ≤ 1,74	2	2	0
1,74 ≤ x ≤ 1,77	2	2	0
1,77 ≤ x ≤ 1,81	2	2	0
1,81 ≤ x ≤ 1,91	2	2	0
JUMLAH	10	10	0

Dengan hasil hitungan pada tabel 9, diketahui nilai uji chi kuadrat sebesar 0. Dengan nilai derajat kebebasan (dk) = 2 dan ditentukan galat (α maksimal terjadi pada 5% maka didapat nilai derajat kepercayaan berdasarkan tabel 2 sebesar 5,991. Dari nilai hitungan uji chi kuadrat yang lebih kecil dari nilai derajat kepercayaan pada tabel maka dapat disimpulkan jika metode Log Pearson tipe III dapat mewakili distribusi data curah hujan yang dianalisis.

b. Uji Smirnov-Kolmogorov

Kecocokan distribusi terhadap data curah hujan juga diuji menggunakan metode Smirnov-Kolmogorov. Dengan 10 data, dan derajat kepercayaan (α) = 5% maka berdasarkan tabel 3 diketahui nilai kritis (D_0) = 0,41. Adapun hasil perhitungan pengujian tersebut ditunjukkan dalam tabel Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov :

Tabel 10. Hasil Uji Smirnoff-Kolmogorov :

No	Y	M	P (X)	P (X<)	f(t)	P'(X<)	P'(X)	D
1	1,86	1	0,0909	0,9091	1,31	0,9049	0,0951	0,0042
2	1,81	2	0,1818	0,8182	0,81	0,7910	0,2090	0,0272
3	1,80	3	0,2727	0,7273	0,78	0,7823	0,2177	-0,0550
4	1,77	4	0,3636	0,6364	0,48	0,6844	0,3156	-0,0480
5	1,77	5	0,4545	0,5455	0,47	0,6808	0,3192	-0,1353
6	1,74	6	0,5455	0,4545	0,18	0,5714	0,4286	-0,1169
7	1,67	7	0,6364	0,3636	-0,47	0,3192	0,6808	0,0444
8	1,66	8	0,7273	0,2727	-0,50	0,3085	0,6915	-0,0358
9	1,60	9	0,8182	0,1818	-1,09	0,1379	0,8621	0,0439
10	1,50	10	0,9091	0,0909	-1,97	0,0244	0,9756	0,0665
							Dmax	-0,1353

Berdasarkan hasil perhitungan, diketahui jika $D_{max} < D_o$, sehingga distribusi curah hujan dengan metode Log Pearson Tipe III diterima.

4.10 Analisis Curah Hujan

4.10.1 Intensitas Hujan

Data yang didapat untuk mengerjakan tugas ini berupa data curah hujan harian, sehingga intensitas hujan tiap jam dihitung menggunakan rumus Mononobe. Dengan asumsi hujan yang terjadi di DAS Kali Sunter tidak lebih dari 5 jam, maka intensitas hujan di Sungai Sunter adalah sebagai berikut :

Tabel 11. Intensitas Hujan Sungai Sunter

Periode ulang	Intensitas (mm/jam)				
	Jam ke 1	Jam ke 2	Jam ke 3	Jam ke 4	Jam ke 5
1,01	10,56	6,65	5,08	4,19	3,61
2	19,12	12,04	9,19	7,59	6,54
5	22,53	14,19	10,83	8,94	7,71
10	23,96	15,09	11,52	9,51	8,19
25	25,17	15,86	12,10	9,99	8,61
50	25,80	16,25	12,40	10,24	8,82
100	26,26	16,54	12,63	10,42	8,98

5. KESIMPULAN & SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan terhadap hujan di Sungai Sunter, maka dapat disimpulkan bahwa rumus Mononobe mampu menghitung prediksi besaran intensitas hujan di Sungai Sunter hanya berdasarkan data curah hujan harian. Yang mana besaran intensitas hujan di Sungai Sunter selalu meningkat sejak periode ulang tahun pertama sampai tahun ke 100.

5.2 Saran

Untuk mengetahui besaran intensitas hujan di suatu wilayah dapat dihitung dengan berbagai metode lain (selain rumus Mononobe), yaitu; untuk curah hujan jam-jaman di suatu DAS dapat dihitung dengan metode Talbot, Sherman dan Ishiguro, sedangkan untuk data hujan harian intensitasnya dapat dihitung dengan menggunakan metode Metode Van Breen, Metode Bell-Tanimoto, dan Metode Hasper der Weduwen.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauziyah, S., Sobriyah, & Susilowati. (2013). Analisis Karakteristik Dan Intensitas Hujan Kota Surakarta. *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*.
- Hendry, A. (2015). Analisis Metode Intensitas Hujan Pada Stasiun Hujan Pasar Kampar Kabupaten Kampar. *Annual Civil Engineering Seminar*.
- Pratomo, D. P. (2017). *Studi Pengendalian Banjir Kali Lamong Di Kabupaten Gresik*. Surabaya: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rahmani, R. N., Sobriyah, & Wahyudi, A. H. (2016). Transformasi Hujan Harian Ke Hujan Jam-Jaman Menggunakan Metode Mononobe Dan Pengalihragaman Hujan Aliran (Studi Kasus Di Das Tirtomoyo). *e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Bandung: NOVA.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI.
- Triatmodjo, B. (2009). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- Undipasari, A., Priyantoro, D., & Taufiq, M. (n.d.). Kajian Kapasitas Sungai Sunter (Ruas Jalan Tol Jakarta Cikampek Sampai dengan Pertemuan Kanal Banjir Timur) Jakarta Timur.